

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2003-31647  
(P2003-31647A)

(43)公開日 平成15年1月31日(2003.1.31)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 1 L 21/68		H 0 1 L 21/68	N 5 F 0 3 1
21/22	5 1 1	21/22	5 1 1 G
21/324		21/324	Q

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願2001-219441(P2001-219441)

(22)出願日 平成13年7月19日(2001.7.19)

(71)出願人 000001122

株式会社日立国際電気  
東京都中野区東中野三丁目14番20号

(72)発明者 遠目塚 幸二

東京都中野区東中野三丁目14番20号 株式  
会社日立国際電気内

(74)代理人 100085637

弁理士 梶原 辰也

最終頁に続く

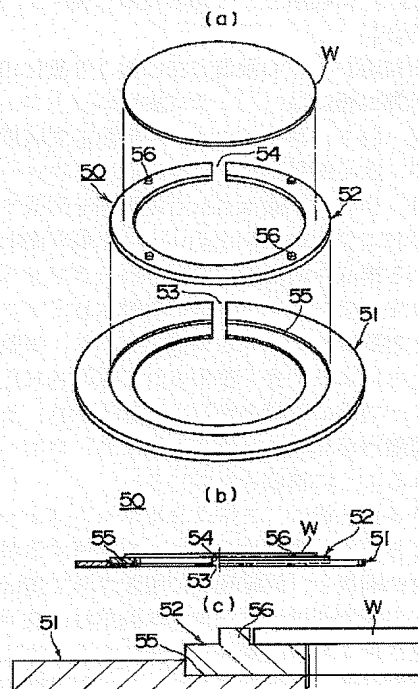
(54)【発明の名称】 基板処理装置および半導体装置の製造方法

(57)【要約】

【課題】 ウエハをボートで保持した際の熱ストレスの障害を防止する。

【解決手段】 ウエハ保持具50を炭化シリコンからなる円形リング形状の第一ホルダ51と、第一ホルダ51に載置されて石英からなる円形リング形状の第二ホルダ52とで構成し、第二ホルダ52にウエハWを載置して保持し、第一ホルダ51の縁辺部をボート21の保持溝25に挿入してボート21に装着する。この状態で、ボート21を処理室14に搬入して、ウエハWに1200℃以上の熱処理を施す。両ホルダ51、52にはスリット53、54を開設する。

【効果】 炭化シリコン製の第一ホルダへのウエハの焼き付き、第二ホルダの熱変形、ウエハのスリップや損傷および反りを防止しつつ、高温下でもウエハをウエハ保持具で保持できるため、熱処理温度を高く設定できる。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 炭化シリコンまたはシリコンからなる円形リング形状の第一ホルダと、石英からなる円形リング形状の第二ホルダとを備えており、前記第一ホルダの上に載置された前記第二ホルダの上に基板が載置された状態で、この基板に処理が施されることを特徴とする基板処理装置。

【請求項 2】 前記第一ホルダおよび前記第二ホルダには半径の法線上に延在するスリットがそれぞれ開設されていることを特徴とする請求項 1 に記載の基板処理装置。

【請求項 3】 前記スリットの周方向の幅は 2～5 mm に設定されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の基板処理装置。

【請求項 4】 炭化シリコンまたはシリコンからなる円形リング形状の第一ホルダと、石英からなる円形リング形状の第二ホルダとを備えており、前記第一ホルダの上に載置された前記第二ホルダの上に基板が載置された状態で、この基板に処理が施される工程を備えていることを特徴とする半導体装置の製造方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、基板処理装置および半導体装置の製造方法に関し、特に、被処理基板の保持技術に係り、例えば、半導体集積回路装置（以下、IC という。）が作り込まれる半導体ウエハ（以下、ウエハという。）に酸化処理や拡散処理および拡散だけでなくイオン打ち込み後のキャリア活性化や平坦化のためのリフローやアニール等の熱処理に使用される熱処理装置（furnace）に利用して有効な技術に関する。

**【0002】**

【従来の技術】IC の製造方法における酸化処理や拡散処理等の熱処理には、パッチ式縦形ホットウォール形熱処理装置（以下、ホットウォール形熱処理装置という。）が、広く使用されている。ホットウォール形熱処理装置は、ウエハが搬入される処理室を形成するインナチューブおよびこのインナチューブを取り囲むアウトチューブから構成され縦形に設置されたプロセスチューブと、プロセスチューブの外部に敷設されてプロセスチューブ内を加熱するヒータとを備えており、複数枚のウエハがボートによって長く整列されて保持された状態でインナチューブ内に下端の炉口から搬入され、ヒータによって処理室内が加熱されることにより、ウエハに熱処理が施されるように構成されている。

【0003】一般に、このようなホットウォール形熱処理装置において、複数枚のウエハを保持するボートは上下で一对の端板と、両端板間に架設されて垂直に配設された三本の保持部材と、三本の保持部材に長手方向に等間隔に配されて互いに対向して開口するように刻設された多数の保持溝とを備えており、三本の保持部材の保持

溝間にウエハを挿入することにより、複数枚のウエハを水平にかつ互いに中心を揃えた状態に整列させて保持するように構成されている。

【0004】ところが、このような構成のボートにおいては、ウエハの全重量は三箇所の保持溝だけで支えられることになるため、ウエハに熱ストレスが急激に加わった際に、ウエハと保持溝との接触面間の引張応力や自重応力の関係から結晶欠陥（スリップ）が発生したり、ウエハが反ったりするという問題点がある。

【0005】この問題点を解決するための技術として、日本国特許庁公開特許公報特開平 7-45691 号には次のようなウエハホルダ（以下、ウエハ保持具という。）が開示されている。このウエハ保持具は炭化シリコン（SiC）が使用されてウエハの周辺部を載置する円形リング形状に形成されており、このウエハ保持具がウエハの全重量を全周にわたって分散して支持することにより、ウエハのウエハ保持具との支持点に作用する重力の負担を軽減してウエハのスリップや損傷および反りの発生を防止している。ちなみに、この公報には、ウエハ保持具をボートの保持溝に装着したままの状態、ウエハをウエハ保持具に対して着脱可能とするために、ウエハ吸着プレート（ツィーザ）を逃げる切欠きをウエハ保持具に開設する技術も、開示されている。

【0006】また、日本国特許庁公開実用新案公報実開昭 63-177035 号には、ウエハに形成される CVD 膜の厚さを均一にするために、次のようなウエハ保持具が開示されている。このウエハ保持具は、石英（SiO<sub>2</sub>）が使用されて円板形状に形成されたホルダ本体と、馬蹄形の板形状に形成され上面にウエハ移動防止突起が突設された保持部材とを備えており、ホルダ本体の上に載置された保持部材の上にウエハをウエハ移動防止突起によって移動を防止する状態で載せて保持するように構成されている。このウエハ保持具によれば、保持部材に段差が設けられていないことにより、処理ガスの流れが均一になるため、ウエハに形成される CVD 膜を全体にわたって均一に成膜することができる。

**【0007】**

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、炭化シリコンが使用されてウエハの周辺部を載置する円形リング形状に形成されたウエハ保持具においては、ウエハがウエハ保持具に直に載置されるため、ウエハとウエハ保持具との接触面が焼き付いたような状態になり、さらに、ウエハの変形により、スリップが結果的に発生してしまうという問題点があることが本発明者によって明らかにされた。

【0008】また、石英製の円板形状のホルダ本体と馬蹄形の保持部材とを備えたウエハ保持具においては、1200℃以上の高温下では石英製のホルダ本体が軟化して垂れるように変形してしまうという問題点があることが本発明者によって明らかにされた。

【0009】さらに、ツィーザを逃げる切欠きが開設されたウエハ保持具および馬蹄形の保持部材においては、隙間幅の大きい切欠き部分においてウエハの温度が低下するため、ウエハの温度分布の均一性が低下し、その結果、ウエハに形成されたCVD膜の膜厚分布が不均一になってしまうという問題点がある。

【0010】本発明の目的は、従来の技術のこれらの問題点を解決し、熱ストレスによる障害を防止することができる基板処理装置および半導体装置の製造方法を提供することにある。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】本発明に係る基板処理装置は、炭化シリコンまたはシリコンからなる円形リング形状の第一ホルダと、石英からなる円形リング形状の第二ホルダとを備えており、前記第一ホルダの上に載置された前記第二ホルダの上に基板が載置された状態で、この基板に処理が施されることを特徴とする。

【0012】前記した手段によれば、基板は石英製の第二ホルダの上に載置されるため、高温下であっても基板と第二ホルダとの焼き付き現象は発生しない。他方、石英製の第二ホルダは第一ホルダの上に載置されることにより、下から支持された状態になっているため、高温下であっても変形することはない。ちなみに、基板は突上ピンを第一ホルダおよび第二ホルダの円形リング形状の内径部内を挿通させることにより、第二ホルダから浮かせることができるため、基板は第二ホルダに対して容易に着脱することができる。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施の形態を図面に即して説明する。

【0014】本実施の形態において、本発明に係る基板処理装置は、図1～図3に示されているように、ICの製造方法におけるアニール等の1250℃～1350℃の高温の熱処理工程を実施するホットウォール形熱処理装置（バッチ式縦形ホットウォール形熱処理装置）として構成されており、このホットウォール形熱処理装置は一回のバッチ処理の枚数が五十枚程度以下の小バッチを取り扱うバッチ式熱処理装置（以下、小バッチ式熱処理装置という。）として構成されている。この小バッチ式熱処理装置は基板としてはウエハを取り扱うものとして構成されており、基板用キャリアとしてはFOUP（front opening unified pod。以下、ポッドという。）を取り扱うものとして構成されている。なお、以下の説明において、前後左右は図1を基準とする。すなわち、ポッドオープン側が前側、その反対側が後側、クリーンユニット4側が左側、その反対側が右側とする。

【0015】図1および図2に示されているように、小バッチ式熱処理装置1は略直方体の箱形状に構築された筐体2を備えており、筐体2の後端部の上部にはプロセスチューブ11が中心線が垂直になるように設置されて

いる。図3に示されているように、プロセスチューブ11はインナチューブ12とアウトチューブ13とから構成されており、インナチューブ12は石英または炭化シリコン（SiC）が使用されて円筒形状に一体成形され、アウトチューブ13は石英が使用されて円筒形状に一体成形されている。インナチューブ12は上下両端が開いた円筒形状に形成されており、インナチューブ12の筒中空部はボートによって長く整列した状態に保持された複数枚のウエハが搬入される処理室14を実質的に形成している。インナチューブ12の下端開口はウエハを出し入れするための炉口15を実質的に構成している。したがって、インナチューブ12の内径は取り扱うウエハの最大外径（例えば、三百mm）よりも大きくするように設定されている。

【0016】アウトチューブ13は内径がインナチューブ12の外径よりも大きく上端が閉塞し下端が開いた円筒形状に形成されており、インナチューブ12にその外側を取り囲むように同心円に被せられている。インナチューブ12とアウトチューブ13との間の下端部は多段の円筒形状に構築されたマニホールド16によって気密封止されており、マニホールド16はインナチューブ12およびアウトチューブ13の交換等のためにインナチューブ12およびアウトチューブ13にそれぞれ着脱自在に取り付けられている。マニホールド16がホットウォール形熱処理装置の機枠30に支持されることにより、プロセスチューブ11は垂直に据え付けられた状態になっている。

【0017】図4に示されているように、マニホールド16の側壁の上部には排気管17が接続されており、排気管17は排気装置（図示せず）に接続されて処理室14を排気し得るようになっている。排気管17はインナチューブ12とアウトチューブ13との間に形成された隙間に連通した状態になっており、インナチューブ12とアウトチューブ13との隙間によって排気路18が、横断面形状が一定幅の円形リング形状に構成されている。排気管17がマニホールド16に接続されているため、排気管17は円筒形状の中空体を形成されて垂直に延在した排気路18の最下端部に配置された状態になっている。

【0018】また、マニホールド16の側壁の下部にはガス導入管19がインナチューブ12の炉口15に連通するように接続されており、ガス導入管19には原料ガス供給装置およびキャリアガス供給装置（いずれも図示せず）に接続されている。ガス導入管19によって炉口15に導入されたガスは、インナチューブ12の処理室14内を流通して排気路18を通過して排気管17によって排気される。

【0019】マニホールド16には下端開口を閉塞するシールキャップ20が垂直方向下側から当接されるようになっている。シールキャップ20はマニホールド16

10

20

30

40

50

の外径と略等しい円盤形状に形成されており、プロセスチューブ 11 の外部に垂直に設備されたエレベータによって垂直方向に昇降されるように構成されている。シールキャップ 20 の中心線上にはボート 21 が垂直に立脚されて支持されるようになっている。

【0020】図 2～図 4 に示されているように、ボート 21 は上下で一对の端板 22、23 と、両端板 22 と 23 との間に架設されて垂直に配設された三本の保持部材 24 とを備えており、三本の保持部材 24 には多数の保持溝 25 が長手方向に等間隔に配されて互いに対向して開口するように刻設されている。ボート 21 の三本の保持部材 24 の保持溝 25 の間には後記するウエハ保持具 50 の外周部がそれぞれ挿入されるようになっており、各段のウエハ保持具 50 は外周部を三箇所の保持溝 25 に挿入されることにより、水平にかつ互いに中心を揃えた状態に整列させて保持された状態になる。ボート 21 とシールキャップ 20 との間には内部に断熱材 27 が封入された断熱シールキャップ部 26 が配置されており、断熱シールキャップ部 26 はボート 21 をシール

キャップ 20 の上面から持ち上げた状態に支持することにより、ボート 21 の下端を炉口 15 の位置から適当な距離だけ離間させるように構成されている。

【0021】図 3 に示されているように、プロセスチューブ 11 の外側は断熱カバー 31 によって全体的に被覆されており、断熱カバー 31 の内側にはプロセスチューブ 11 の内部を加熱するヒータ 32 がアウトチューブ 13 の周囲を包囲するように同心円に設備されている。断熱カバー 31 およびヒータ 32 はホットウォール形熱処理装置の機枠 30 に支持されることによって垂直に据え付けられている。ヒータ 32 は上側から順に、第一ヒータ部 32a、第二ヒータ部 32b、第三ヒータ部 32c、第四ヒータ部 32d および第五ヒータ部 32e に五分割されており、これらヒータ部 32a～32e は温度コントローラ 33 によって互いに連携および独立してシーケンス制御されるように構成されている。

【0022】また、各ヒータ部 32a～32e には各ヒータ熱電対 34a、34b、34c、34d および 34e がそれぞれ設置されており、各ヒータ熱電対 34a～34e は計測結果を温度コントローラ 33 にそれぞれ送信するようになっている。そして、温度コントローラ 33 は各ヒータ熱電対 34a～34e からの計測温度によって各ヒータ部 32a～32e をフィードバック制御するようになっている。すなわち、温度コントローラ 33 は各ヒータ部 32a～32e の目標温度と各ヒータ熱電対 34a～34e の計測温度との誤差を求めて、誤差がある場合には誤差を解消させるフィードバック制御を実行するようになっている。

【0023】さらに、シールキャップ 20 にはカスケード熱電対 35 が上下方向に貫通されて支持されており、カスケード熱電対 35 の挿入端部はインナチューブ 12

の内周付近に敷設された状態になっている。カスケード熱電対 35 には五個の熱電対部 35a、35b、35c、35d および 35e が設定されており、各熱電対部 35a～35e はインナチューブ 12 の内部において各ヒータ部 32a～32e にそれぞれ対向するように配置されている。各熱電対部 35a～35e は計測結果を温度コントローラ 33 にそれぞれ送信するようになっており、温度コントローラ 33 は各熱電対部 35a～35e からの計測温度によって各ヒータ部 32a～32e をフィードバック制御するようになっている。すなわち、温度コントローラ 33 は各ヒータ部 32a～32e の目標温度と各熱電対部 35a～35e の計測温度との誤差を求めて、誤差がある場合には誤差を解消させるフィードバック制御を実行するようになっている。

【0024】図 3 に示されているように、断熱カバー 31 とプロセスチューブ 11 との間には冷却エア 40 を流通させるための冷却エア通路 41 が、プロセスチューブ 11 を全体的に包囲するように形成されている。断熱カバー 31 の下端部には冷却エア 40 を冷却エア通路 41 に供給する給気管 42 が接続されており、給気管 42 に供給された冷却エア 40 は冷却エア通路 41 の全周に拡散するようになっている。断熱カバー 31 の天井壁の中央部には冷却エア 40 を冷却エア通路 41 から排出する排気口 43 が開設されており、排気口 43 には排気路 44 が接続されている。排気路 44 には第一ダンパ 45、水冷ラジエータ 46、第二ダンパ 47 およびブロア 48 が介設されている。

【0025】本実施の形態に係るウエハ保持具 50 はボート 21 の各段の保持溝 25 に装着されるため、少なくともボート 21 の保持溝 25 の段数に対応する組数が予め準備されている。図 5 に示されているように、一組のウエハ保持具 50 は炭化シリコンが使用されて円形リング形の平板形状に形成された第一ホルダ 51 と、石英が使用されて円形リング形の平板形状に形成された第二ホルダ 52 とから構成されている。第一ホルダ 51 および第二ホルダ 52 の内径は互いに等しく、かつ、ウエハ W の外径以下に設定されている。第一ホルダ 51 および第二ホルダ 52 には第一スリット 53 および第二スリット 54 が半径の法線上に延在して周方向に分断するようにそれぞれ開設されており、第一スリット 53 および第二スリット 54 の周方向の幅は第一ホルダ 51 および第二ホルダ 52 の熱膨張をそれぞれ吸収し得るように 2～5 mm に設定されている。

【0026】第一ホルダ 51 の外径はボート 21 の三箇所の保持溝 25 が構成する円形の直径よりも若干だけ小さめに設定されている。第一ホルダ 51 の上面には第二ホルダ 52 を位置決めするための位置決め穴 55 が同心円に没設されており、位置決め穴 55 の深さは第二ホルダ 52 の板厚よりも小さく設定されている。第二ホルダ 52 の外径は位置決め穴 55 に嵌入し得るように位置決

め穴 55 の内径よりも若干だけ小さめに設定されている。第二ホルダ 52 の上面にはウエハ W の外周に外側から係合して位置決めする位置決め突起 56 が複数本（本実施の形態においては四本）、同心円上において周方向に等間隔に配置されて垂直に突設されており、複数本の位置決め突起 56 が配置された同心円の半径はウエハ W の半径よりも若干だけ大きめに設定されている。

【0027】図 1 および図 2 に示されているように、筐体 2 の後端部の下部には送りねじ装置等によって構成されたポートエレベータ 3 が設置されており、ポートエレベータ 3 はプロセスチューブ 11 を支持したシールキャップ 20 を垂直方向に昇降させるように構成されている。

【0028】図 1 および図 2 に示されているように、筐体 2 内の前側領域にはポート 21 に対してウエハ W を装填（チャージング）および脱装（ディスチャージング）するウエハ移載装置 60 が設置されている。ウエハ移載装置 60 はロータリーアクチュエータ 61 を備えており、ロータリーアクチュエータ 61 は上面に設置された第一リニアアクチュエータ 62 を水平面内で回転させるように構成されている。第一リニアアクチュエータ 62 の上面には第二リニアアクチュエータ 63 が設置されており、第一リニアアクチュエータ 62 は第二リニアアクチュエータ 63 を水平移動させるように構成されている。第二リニアアクチュエータ 63 の上面には移動台 64 が設置されており、第二リニアアクチュエータ 63 は移動台 64 を水平移動させるように構成されている。移動台 64 にはウエハ W を下から支持するツィーザ 65 が複数枚（本実施の形態においては五枚）、等間隔に配置されて水平に取り付けられている。ウエハ移載装置 60 は送りねじ機構によって構成されたエレベータ 66 によって昇降されるようになっている。

【0029】なお、図 1 および図 2 に示されているように、筐体 2 内の後部における左側壁にはクリーンエアを吹き出すクリーンユニット 4 が、ポート 21 にクリーンエアを吹き付けるように設置されている。また、筐体 2 内の中央部における左側寄りにはポート 21 と同様に構成されたウエハストッカ 5 が設置されており、ウエハストッカ 5 は複数枚のサイドダミーウエハを保管するようになっている。

【0030】図 1 および図 2 に示されているように、筐体 2 の正面壁の中央よりも若干右寄りの位置にはウエハ W を筐体 2 に対して搬入搬出するためのウエハ搬入搬出口 7 が開設されており、ウエハ搬入搬出口 7 にはポッドオープンナ 8 が設置されている。ポッドオープンナ 8 はポッド P を載置する載置台 8a と、載置台 8a に載置されたポッド P のシールキャップを着脱するシールキャップ着脱機構 8b とを備えており、載置台 8a に載置されたポッド P のシールキャップをシールキャップ着脱機構 8b によって着脱することにより、ポッド P のウエハ出し入

れ口を開閉するようになっている。

【0031】ポッドオープンナ 8 の載置台 8a の左脇および右脇にはポッド P を載置する第一ポッドステージ 9A および第二ポッドステージ 9B が載置台 8a にそれぞれ隣接して設置されている。第一ポッドステージ 9A および第二ポッドステージ 9B に対してはポッド P が、図示しない工程内搬送装置〔移載装置付き有軌道無人搬送車（RGV）、移載装置付き無人搬送車（AGV）、手動移載装置付き有人搬送台車（PGV）等〕によって供給および排出されるようになっている。

【0032】なお、図示しないが、ポッドオープンナ 8 の載置台 8a、第一ポッドステージ 9A および第二ポッドステージ 9B の上方にはポッドオープンナ 8 と第一ポッドステージ 9A および第二ポッドステージ 9B との間でポッド P をその把手を把持（クランピング）した状態で搬送するポッド搬送装置が設備されている。

【0033】本実施の形態においては、筐体 2 内のウエハ移載装置 60 の片脇にはウエハ W をウエハ保持具 50 に対して着脱するためのウエハ着脱装置 70 が設置されている。ウエハ着脱装置 70 は図 6 に示されているウエハ浮かせ台 71 をウエハ移載装置 60 のツィーザ 65 の枚数と同数段（本実施の形態においては、五段）だけ備えており、各段のウエハ浮かせ台 71 の間隔は上下のツィーザ 65、65 の間隔すなわちポート 21 の上下の保持溝 25、25 の間隔と略等しく設定されている。

【0034】図 6 に示されているように、一段のウエハ浮かせ台 71 は取付プレート 72 を備えており、取付プレート 72 は水平に支持されている。取付プレート 72 の上面における縁辺部にはウエハ保持具 50 を支持するための支持ピン 73 が複数本（本実施の形態においては四本）、同心円上において周方向に等間隔に配置されて垂直に突設されており、複数本の支持ピン 73 が配置された同心円の直径は、ウエハ保持具 50 の外径よりも小さくツィーザ 65 の幅よりも大きく設定されている。複数本の支持ピン 73 の高さはウエハ保持具 50 を水平に支持するように互いに等しく設定されている。取付プレート 72 の上面における中間部にはウエハ W を下から突き上げるための突上ピン 74 が複数本（本実施の形態においては三本）、同心円上において周方向に等間隔に配置されて垂直に突設されており、複数本の突上ピン 74 が配置された同心円の直径は、ウエハ保持具 50 の内径よりも小さくウエハ W の直径よりも大きく設定されている。複数本の突上ピン 74 の高さはウエハ W を水平に支持するように互いに等しく設定されているとともに、支持ピン 73 よりも高く設定されている。

【0035】次に、前記構成に係るバッチ式熱処理装置の作用を説明することにより、本発明の一実施の形態である IC の製造方法におけるアニール工程を説明する。

【0036】ウエハ W はウエハ保持具 50 に図 5（b）および（c）に示されているように保持された状態で、



図3および図4に示されているように、ウエハ保持具50の第一ホルダ51の外周縁辺部がボート21の保持部材24の保持溝25に挿入されることにより、ボート21に装填（チャージング）される。複数枚のウエハWを整列保持したボート21はシールキャップ20の上にウエハW群が並んだ方向が垂直になる状態で載置され、ボートエレベータ3によって差し上げられてインナチューブ12の炉口15から処理室14に搬入（ローディング）されて行き、シールキャップ20に支持されたままの状態では処理室14に存置される。

【0037】プロセスチューブ11の内部が排気管17によって排気されるとともに、プロセスチューブ11の内部がヒータ32の各ヒータ部32a～32eによって温度コントローラ33のシーケンス制御の目標温度（例えば、1250℃～1350℃）に加熱される。この際、ヒータ32の各ヒータ部32a～32eの実際の加熱温度（出力）とシーケンス制御の目標温度との誤差は、各ヒータ熱電対34a～34dの計測結果に基づくフィードバック制御によって補正される。また、各ヒータ部32a～32eの加熱によるプロセスチューブ11の内部の上昇温度と各ヒータ部32a～32eのシーケンス制御の目標温度との誤差は、カスケード熱電対35の各熱電対部35a～35eの計測結果に基づくフィードバック制御によって補正される。

【0038】以上の温度制御による熱処理が実施されて予め設定された熱処理時間が経過すると、ヒータ32の加熱が温度コントローラ33のシーケンス制御によって停止されるとともに、冷却エア40が冷却エア通路41を流通される。すなわち、冷却エア40は給気管42から供給されるとともに、排気口43から排気路44による排気力によって排気される。冷却エア40は冷却エア通路41を流通する間にプロセスチューブ11のアウトチューブ13に接触して熱を奪うことにより、プロセスチューブ11の内部を強制的に冷却する。この冷却エア40による強制冷却によってプロセスチューブ11の内部の温度は自然冷却の場合に比べて急速に低下して行く。

【0039】以上のようにしてプロセスチューブ11の内部の温度が低下されて行き予め設定された降下時間が経過すると、シールキャップ20が下降されて炉口15が開口されるとともに、処理済みのウエハW群がウエハ保持具50を介してボート21に保持された状態で炉口15からプロセスチューブ11の外部に搬出（アンローディング）される。

【0040】ところで、前述したように、ウエハWの全重量が少数箇所であって受けられている場合には、1250℃以上のような高温で熱処理されたり、温度が急激に昇降されて熱ストレスが急激に加わったりすると、ウエハと保持溝との接触面間の摩擦による引張応力や自重応力の関係からウエハにスリップが発生したり、ウエハが反つ

たりする。

【0041】しかし、本実施の形態においては、ウエハWの重量はウエハ保持具50によって全周において支持されることにより、ウエハWに三箇所保持溝25から相対的に作用する負担は全周に分散されるため、接触面間の摩擦による引張応力や自重応力が低減され、ウエハWのスリップや損傷および反りの発生は防止されることになる。

【0042】また、ウエハWが炭化シリコン製の第一ホルダ51に載置された石英製の第二ホルダ52に載置されて保持されていることにより、処理室14における温度の急激な昇降に際して、ウエハWの面内における温度分布の均一性の低下を防止することができるため、接触面間の摩擦による引張応力や圧縮応力を低減することができ、ウエハWのスリップや損傷および反りの発生を防止することができる。すなわち、炭化シリコン製の第一ホルダ51がウエハWを保持していることにより、急激な昇温時には、ウエハWは外縁部から温まってウエハWの中心部よりも速く昇温するため、ウエハWの温度分布は均一になる。逆に、急激な降温時には、ウエハWは外縁部から冷えてウエハWの中心部よりも速く降温するため、ウエハWの温度分布は均一になる。

【0043】さらに、ウエハ保持具50を構成する第一ホルダ51および第二ホルダ52には第一スリット53および第二スリット54がそれぞれ開設されていることにより、熱膨張および熱収縮に伴う第一ホルダ51および第二ホルダ52の変形が第一スリット53および第二スリット54によって周方向の伸び縮みだけに抑えられるため、ウエハ保持具50自体の変形を防止することができ、また、ウエハWのウエハ保持具50との摩擦による引張応力や圧縮応力を低減することにより、ウエハWのスリップや損傷および反りの発生を防止することができる。

【0044】しかも、第一スリット53および第二スリット54の開口幅は2～5mmに設定されているため、第一スリット53および第二スリット54がウエハWとの接触面間に介在しても、ウエハWの温度分布の均一性が低下するのを防止することができる。ウエハWの温度分布の均一性の低下を防止することにより、ウエハWのアニールの処理状況の分布を全体にわたって均一に処理することができる。

【0045】なお、ウエハ保持具50のボート21への装着状態において、第一スリット53の位置はボート21の保持部材24すなわち保持溝25の位置を避けてあればよいが、ボート21の前側（ウエハWの出し入れ側）に配置することが望ましい。また、第一ホルダ51と第二ホルダ52とが重ね合わされた状態において、第一スリット53と第二スリット54とは互いに整合させる必要はない。

【0046】ここで、ウエハ保持具50の第二ホルダ5

2は石英によって形成されているため、1200℃以上の高温下では軟化して垂れるように変形してしまう可能性がある。しかし、石英製の第二ホルダ52は炭化シリコン製の第一ホルダ51の上に載置されることにより下から支持された状態になっているため、高温下であっても変形することはない。また、石英はウエハに対する摩擦抵抗が少ないため、第二ホルダとウエハとの接触面間の摩擦による引張応力や自重応力を低減することができ、もって、ウエハのスリップや損傷および反りの発生が防止されることになる。

【0047】ところで、シリコン製のウエハWが炭化シリコン製の第一ホルダ51の上に直に載置されると、ウエハWと第一ホルダ51との間で焼き付き現象が発生するが、本実施の形態においては、ウエハWは石英製の第二ホルダ52の上に載置されて炭化シリコン製の第一ホルダ51に支持されているため、ウエハWが炭化シリコン製の第一ホルダ51との間で焼き付き現象を起こすことはない。したがって、ウエハWが変形したり、その変形によってスリップが結果的に発生してしまうという弊害の派生は防止されることになる。

【0048】翻って、プロセスチューブ11の外部に搬出されたボート21の処理済みウエハWはウエハ保持具50に保持された状態のままで、ウエハ移栽装置60によってボート21から脱装（ディスチャージング）される。すなわち、ウエハ移栽装置60のツィーザ65がボート21のウエハ保持具50の下方に挿入され、続いて、若干上昇されてウエハ保持具50を掬い取る。次いで、ツィーザ65は後退されてウエハWをウエハ保持具50と一緒にボート21から脱装する。

【0049】図6（a）に示されているように、ウエハWをウエハ保持具50と一緒に保持したツィーザ65はウエハ着脱装置70のウエハ浮かせ台71の上に移動された後に下降されて、図6（b）に示されているように、ウエハ保持具50およびウエハWをウエハ浮かせ台71の上に移栽する。すなわち、ツィーザ65は支持ピン73と突上ピン74との間に下降することにより、ウエハWを複数本の突上ピン74に受け渡した後に、ウエハ保持具50を複数本の支持ピン73の上に受け渡す。突上ピン74に受け渡されたウエハWは、支持ピン73に受け渡されたウエハ保持具50よりも高く突き上げられるため、ウエハ保持具50から浮かされた状態になる。ウエハWおよびウエハ保持具50をウエハ浮かせ台71に移栽したツィーザ65はウエハ移栽装置60によって後退され、ウエハ浮かせ台71から引き抜かれる。

【0050】一度後退されたツィーザ65はウエハ移栽装置60によってウエハ保持具50の厚さの分だけ上昇された後に再び前進されて、ウエハ浮かせ台71のウエハWとウエハ保持具50との間に挿入される。続いて、ツィーザ65はウエハ移栽装置60によって若干上昇されてウエハWを突上ピン74の上から掬い取る。ウエハ

Wを掬い取ったツィーザ65はウエハ浮かせ台71に対してウエハ移栽装置60によって後退される。

【0051】以上のようにしてウエハWをウエハ浮かせ台71から受け取ったツィーザ65はポッドオープン8の位置にウエハ移栽装置60によって移動され、ポッドオープン8の載置台8aの上に載置された空のポッドPにウエハWを挿入して移栽する。以降、前述した作動が繰り返されることにより、ボート21の処理済みウエハW群がポッドオープン8のポッドPに収容されて行く。

10 【0052】前記実施の形態によれば、次の効果が得られる。

【0053】1) 円形リング形状に形成されたウエハ保持具によってウエハを支持して熱処理することにより、ウエハに相対的に作用する自重の負担を全周に分散させることができるため、接触面間の摩擦による引張応力や自重応力を低減し、もって、ウエハのスリップや損傷および反りの発生を防止することができる。

20 【0054】2) 炭化シリコン製の第一ホルダに載置された石英製の第二ホルダにウエハを載置して保持することにより、処理室における温度が急激な上昇および下降する場合であってもウエハ面内における温度分布の均一性の低下を防止することができるため、ウエハのアニール処理状況の分布が全体にわたって均一になるようにアニール処理することができる。

【0055】3) 第一ホルダおよび第二ホルダに第一スリットおよび第二スリットをそれぞれ開設することにより、第一ホルダおよび第二ホルダの変形を防止することができるため、ウエハのスリップや損傷および反りの発生を防止することができる。

30 【0056】4) 第一スリットおよび第二スリットの開口幅を2～5mmに設定することにより、ウエハの温度分布の均一性が第一スリットおよび第二スリットの部位において低下するのを防止することができるため、ウエハのアニールの処理状況の分布が全体にわたって均一になるように処理することができる。

【0057】5) 石英製の第二ホルダを炭化シリコン製の第一ホルダによって受けることにより、石英製の第二ホルダが高温によって変形することができるのを防止することができるため、熱処理温度を高く設定することができる。

40 【0058】6) ウエハを石英製の第二ホルダを介して炭化シリコン製の第一ホルダによって支持することにより、摩擦抵抗の少ない石英製の第二ホルダがウエハに接触することになるため、接触面間の摩擦による引張応力や自重応力を低減し、もって、ウエハのスリップや損傷および反りの発生を防止することができ、また、ウエハが炭化シリコン製の第一ホルダとの間で焼き付き現象が発生するのを防止することができるため、ウエハが変形したり、その変形によってスリップが結果的に発生してしまうという弊害の派生を未然に防止することができ

る。

【0059】7) 第一ホルダおよび第二ホルダを円形リング形状に形成することにより、第二ホルダの上に載置したウエハをリングの内径を挿通して突上ピンによって突き上げることができるため、ウエハをウエハ移載装置のツィーザによって掬い取ることができる。

【0060】なお、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々に変更が可能であることはいうまでもない。

【0061】例えば、第一ホルダは炭化シリコンを使用して製造するに限らず、シリコンを使用して製造してもよいし、炭化シリコンの表面にシリコン膜を被着して製造してもよい。

【0062】ウエハのウエハ保持具に対する着脱方法としては、ウエハをウエハ保持具に対して浮かせてツィーザによって掬い取る方法を採用するに限らず、ウエハを上方から真空または静電気によって吸着して保持する方法等を採用してもよい。ちなみに、ウエハを上方から吸着して保持する方法を採用した場合には、ウエハ保持具をボートに装着したままの状態、ウエハをウエハ保持具に対して着脱するように取り扱ってもよい。すなわち、ウエハ保持具はボートに装着したまま取り扱うことができる。

【0063】熱処理はアニール処理に限らず、酸化処理や拡散処理および拡散だけでなくイオン打ち込み後のキャリア活性化や平坦化のためのリフロー処理であってもよいし、さらに、成膜処理等の熱処理であってもよい。特に、本発明は1200℃以上の高温下で優れた効果を発揮する。

【0064】被処理基板はウエハに限らず、ホトマスクやプリント配線基板、液晶パネル、コンパクトディスクおよび磁気ディスク等であってもよい。

【0065】本発明は、バッチ式縦形ホットウォール形熱処理装置に限らず、枚葉式ホットウォール形熱処理装置や縦形ホットウォール形減圧CVD装置等の熱処理装置全般に適用することができる。

【0066】

【発明の効果】本発明によれば、熱ストレスによる障害の発生を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態である小バッチ式熱処理装置を示す平面断面図である。

【図2】その側面断面図である。

【図3】そのプロセスチューブの部分を示す正面断面図である。

【図4】その要部を示す拡大断面図である。

【図5】ウエハ保持具を示しており、(a)は分解斜視図、(b)は一部切断正面図、(c)は要部の拡大断面図である。

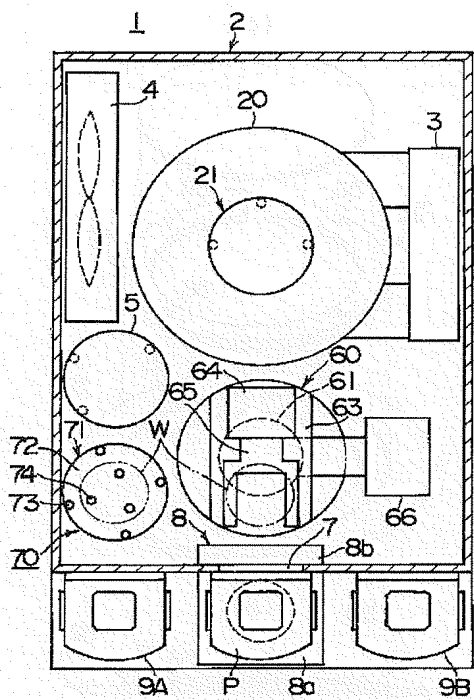
【図6】ウエハ着脱装置のウエハ浮かせ台を示す各斜視図であり、(a)は浮かせ前を示し、(b)は浮かせ後を示している。

【符号の説明】

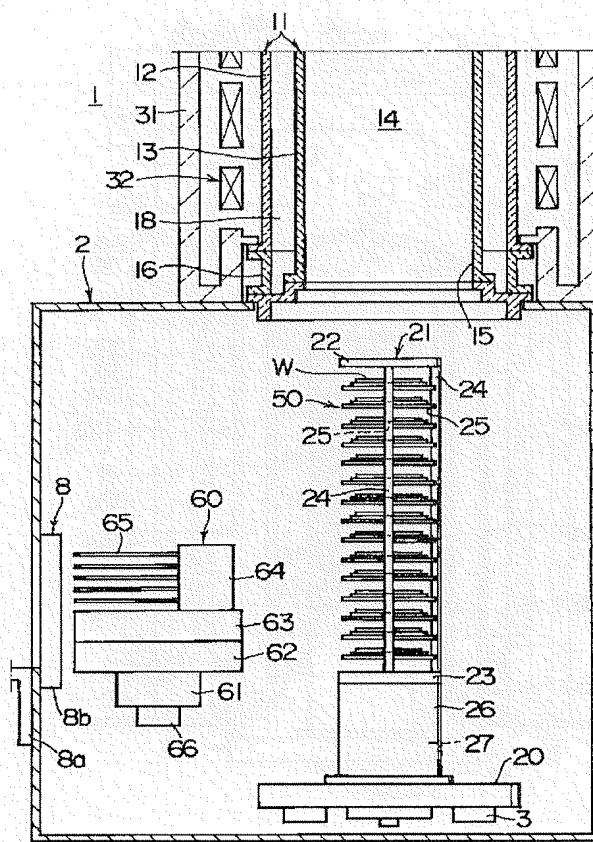
W…ウエハ(基板)、P…ポッド、1…小バッチ式熱処理装置(バッチ式縦形ホットウォール形熱処理装置)、2…筐体、3…ボートエレベータ、4…クリーンユニット、5…ウエハストッカ、7…ウエハ搬入搬出口、8…ポッドオープナ、8a…載置台、8b…キャップ着脱機構、9A…第一ポッドステージ、9B…第二ポッドステージ、11…プロセスチューブ、12…インナチューブ、13…アウタチューブ、14…処理室、15…炉口、16…マニホールド、17…排気管、18…排気路、19…ガス導入管、20…シールキャップ、21…ボート、22、23…端板、24…保持部材、25…保持溝、26…断熱シールキャップ部、27…断熱材、30…機枠、31…断熱カバー、32…ヒータ、32a～32e…ヒータ部、33…温度コントローラ、34a～34e…ヒータ熱電対、35…カスケード熱電対、35a～35e…熱電対部、40…冷却エア、41…冷却エア通路、42…給気管、43…排気口、44…排気路、45…第一ダンパ、46…水冷ラジエータ、47…第二ダンパ、48…ブロア、50…ウエハ保持具、51…第一ホルダ、52…第二ホルダ、53…第一スリット、54…第二スリット、55…位置決め穴、56…位置決め突起、60…ウエハ移載装置、61…ロータリーアクチュエータ、62…第一リニアアクチュエータ、63…第二リニアアクチュエータ、64…移動台、65…ツィーザ、66…エレベータ、70…ウエハ着脱装置、71…ウエハ浮かせ台、72…取付プレート、73…支持ピン、74…突上ピン。



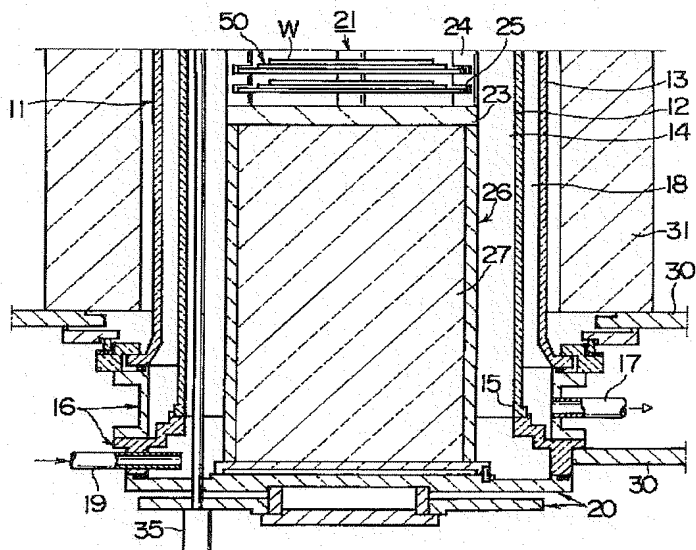
【図1】



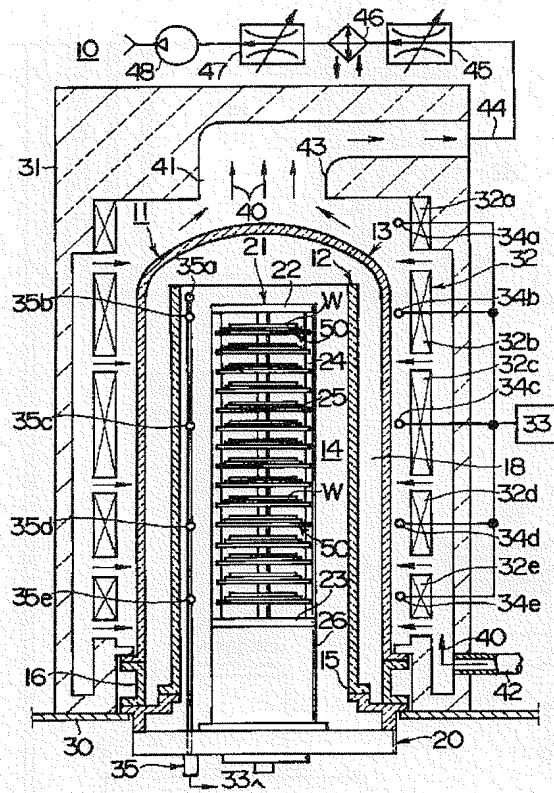
【図2】



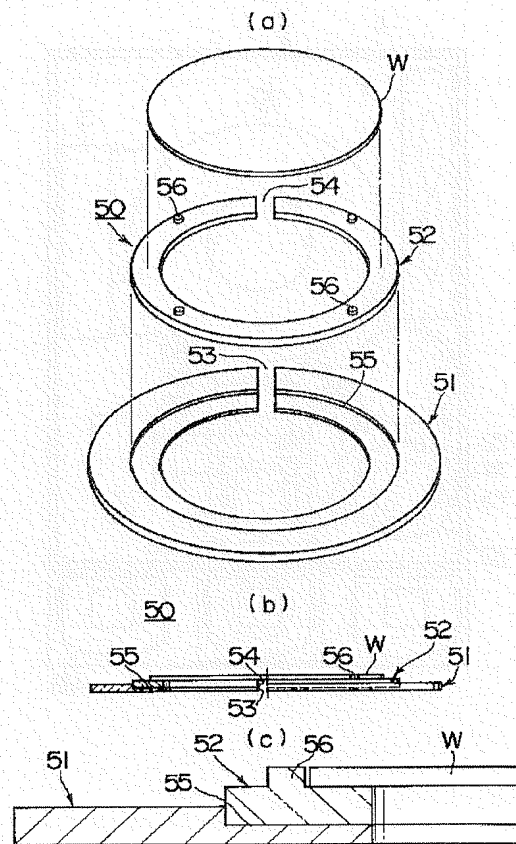
【図4】



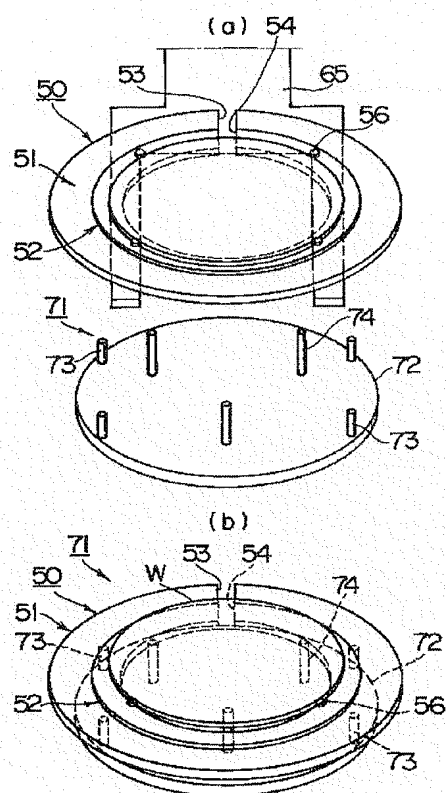
【図3】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5F031 CA01 CA02 CA05 CA07 CA11  
 DA13 FA03 FA09 FA11 FA12  
 FA15 GA03 GA08 GA09 GA47  
 GA49 HA02 HA08 HA09 HA12  
 HA33 HA64 JA01 JA46 LA12  
 MA28 MA30 NA02 PA11